Manuscrit auteur, publié dans "Recherche Transports Sécurité 27, 2 (2011) 128-139"
DOI : 10.1007/s13547-011-0008-2

Bouzouina Louafi, Nicolas Jean-Pierre, Vanco Florian (2011), « Evolution des émissions de CO2 liées aux mobilités quotidiennes : une stabilité en trompe l'œil », *Recherche – Transport - Sécurité*, vol. 27, n°2, pp.128-139.

Evolution des émissions de CO_2 liées aux mobilités quotidiennes : une stabilité en trompe l'œil

Auteurs :

Louafi Bouzouina	LET, ENTPE, 2 rue Maurice Audin 69518 Vaulx-en-Velin Cedex	louafi.bouzouina@entpe.fr 04 72 04 72 38
Jean-Pierre Nicolas *correspondant RTS*	LET, ENTPE, 2 rue Maurice Audin 69518 Vaulx-en-Velin Cedex	jean-pierre.nicolas@entpe.fr 04 72 04 77 42
Florian Vanco	CERTU, 9 rue Juliette Récamier, 69006 Lyon	florian.vanco@developpement-durable.gouv.fr 04 72 74 58 59

Résumé

Dans un contexte de regain des modes alternatifs à la voiture particulière à l'échelle intra-urbaine, comment les émissions de CO_2 liées aux déplacements quotidiens évoluent-elles sur la période récente ? Les dernières enquêtes déplacements locales semblent indiquer une stabilisation, voire une baisse de ces émissions dans les grandes villes françaises. Ce résultat peut-il être confirmé par une analyse fine, et quelles dynamiques sont à l'œuvre derrière ? Pour répondre à ces questions, cet article analyse l'évolution des émissions de CO_2 associées à la mobilité quotidienne de semaine des résidents de l'agglomération lyonnaise en les estimant sur les deux dernières enquêtes ménages déplacements (1995 et 2006). Au-delà de la stabilité globale des émissions constatée durant ces 11 années, il met en évidence des dynamiques de mobilité (modes de transport, distances parcourues dans la journée) différenciées entre des groupes de populations (distingués selon le statut, la localisation résidentielle, l'accès à l'automobile, et le genre des individus). La typologie permet ainsi de cibler les groupes pour lesquels les marges de manœuvre sont importantes et l'analyse aide à envisager où devraient porter prioritairement les mesures visant à réduire les émissions de CO_2 liées aux déplacements quotidiens.

Mots clés : mobilité quotidienne ; distance ; mode de transport ; émissions de CO_2 ; enquête ménages déplacement ; agglomération lyonnaise ; typologie socio-économique

Abstract

The alternative modes of the use of automobiles have regained attention on the urban level. Against this background, we look on the spatial context of this attention and look on the agglomeration of Lyon. More specifically, we ask how CO_2 emissions that are associated with the everyday mobility have developed until recently? First, we estimate the intensity of CO_2 emissions per day thanks to the last two household travel surveys done in the Lyon conurbation in 1995 and in 2006. Even if the global emission level remains stable, we aim to analyze the socio economic evolution dynamics of mobility between the two periods. In that purpose, we have abstracted the linkage of a specific form of mobility (mode of transport and distance) to a specific population group (status, residential location, car access, gender). This typology helps us to highlight the groups where emissions rates are significantly higher and where the focus on the emissions reduction should be intensified.

Keywords: Daily mobility; distance; mode of transport; CO_2 emission; Household Travel Survey; Lyon agglomeration; socio-economic typology

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Introduction

La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) est devenue un objectif primordial au niveau mondial comme aux différentes échelles territoriales d'application des politiques de régulation. Les travaux scientifiques récents estimant les coûts socio-économiques des effets du réchauffement climatique (Stern, 2006) renforcent les préoccupations sur les contraintes environnementales mais aussi énergétiques et mettent l'accent sur la nature et les modalités des politiques à mettre en place (Giddens, 2008 ; Guesnerie et Tulkens, 2008). Signataire du protocole de Kyoto en 1997, la France s'est d'abord engagée à maintenir le même niveau d'émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2010, avant d'afficher sa volonté de le réduire de 20 % en 2020 et de le diviser par quatre à l'horizon 2050, dans le cadre de la Loi sur les orientations de la politique énergétique de 2005 et du Conseil Européen de décembre 2008. Ces engagements se traduisent par plusieurs mesures à l'échelle nationale et locale, à travers les chantiers du Grenelle de l'Environnement, des agendas 21 ou des Plans Climat Territoriaux, en ciblant notamment les secteurs les plus contributeurs du réchauffement climatique.

Or, le transport est aujourd'hui le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre et de dioxyde de carbone en France. En 2007, selon le rapport du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), il était responsable de 34 % des émissions de CO_2, loin devant le secteur de l'industrie manufacturière (25 %), du résidentiel/tertiaire (22 %) et de l'énergie (17 %), sachant que les émissions de CO_2 contribuent à hauteur de 70 % au Pouvoir de Réchauffement Global parmi les gaz à effet de serre direct pris en compte dans le protocole de Kyoto (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC et SF_6) (CITEPA, 2009). Par ailleurs, ces émissions ont augmenté plus fortement dans le secteur du transport qu'ailleurs (+490 % en France entre 1960 et 2007 et +14 % entre 1990 et 2007), du fait d'une croissance du trafic routier (respectivement +513 % et +27 %) que les progrès technologiques ont été loin de compenser pour l'instant.

Deux distinctions essentielles doivent être faites pour révéler les dynamiques différenciées que recouvrent ces évolutions globales, entre les mobilités des personnes et des marchandises d'une part, et entre les mobilités locales quotidiennes et les mobilités à longue distance d'autre part.

Ainsi, lorsqu'on sépare transports de marchandises et mobilité des personnes, la hausse constatée des émissions de CO_2 imputables à la route ces dernières années proviendrait des poids lourds et des véhicules utilitaires, les émissions de la voiture particulière apparaissant en légère baisse depuis 1995 (CITEPA, 2009). Les enjeux environnementaux liés au transport routier de marchandises méritent donc d'être suivis de près, tant en milieu interurbain, que localement à l'intérieur des agglomérations (Segalou et al., 2004).

Concernant la mobilité des personnes, il est important d'analyser les évolutions récentes des émissions de CO_2 à différentes échelles, afin de mieux comprendre les facteurs qui jouent sur leurs logiques respectives. Tout d'abord, les enjeux environnementaux de la mobilité de longue distance sont très importants. L'analyse des résultats de l'Enquête Nationale Transport Déplacements de 1994 montre que 40 % des émissions de CO_2 liées au transport de personnes proviennent de la petite minorité (1%) des déplacements de plus de 80 km du domicile à vol d'oiseau (Nicolas et David, 2009). Par ailleurs, c'est également à cette échelle que les déplacements augmentent le plus, notamment entre des aires urbaines (Orfeuil et Soleyret, 2002 ; Baccaini et al., 2007). L'exploitation des données de la dernière Enquête Nationale Transports de 2007-2008 va dans ce sens, avec une progression de 37% des kilomètres

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

parcourus en déplacements à longue distance entre 1994 et 2007, alors que la mobilité locale n'augmenterait « que » de 8,5% (Longuar, 2010).

Dans cet article, nous nous intéressons à l'échelle locale au sein d'une grande agglomération. En effet, l'échelle urbaine, renforcée par les dynamiques métropolitaines, reste au centre des enjeux de la durabilité. Aujourd'hui, 82% de la population française réside dans des espaces à dominante urbaine et particulièrement sous l'influence des grandes agglomérations (Laganier et Vienne, 2009) qui attirent et génèrent l'écrasante majorité des activités humaines à l'intérieur de la métropole mais aussi entre métropoles. Ainsi, l'essentiel des déplacements de semaine liés aux activités de travail, d'études, d'achats ou de loisirs se réalise à l'échelle des aires urbaines. La périurbanisation se poursuit, mais avec la tendance récente de densification des centres et des proches périphéries des grandes villes (Laganier et Vienne, 2009) et de baisse de la mobilité automobile intra-urbaine que semblent indiquer les dernières enquêtes déplacements locales (Hubert, 2009), l'hypothèse d'une diminution des émissions de CO_2 peut être avancée.

Dans ce contexte, plus que de quantifier au niveau national l'impact de ces évolutions des mobilités quotidiennes sur les émissions de CO_2, l'objectif de cet article est d'en faire ressortir les principaux facteurs explicatifs, en analysant le cas d'une agglomération où une baisse de la part modale de l'automobile a pu être observée (CERTU, 2010). Nous avons ainsi travaillé sur le cas de Lyon en estimant les émissions de CO_2 associées à la mobilité quotidienne de semaine des résidents de cette agglomération puis en observant leurs évolutions à partir des deux dernières enquêtes ménages déplacements de 1995 et de 2006. Comme nous le verrons, les évolutions technologiques et le renouvellement du parc automobile ont joué un rôle sensible à travers la réduction du nombre de voitures essence au profit du diesel ainsi que le renforcement des normes environnementales. Cependant, dans le contexte actuel de contrainte énergétique, nous avons porté l'éclairage sur l'impact des changements de comportement de mobilité. Ainsi, au-delà de savoir si les émissions ont baissé ou augmenté durant ces 11 dernières années, le but a été de détecter les différences de comportements de mobilités (mode et distance) chez des groupes de populations susceptibles d'expliquer les évolutions des émissions de CO_2, en les distinguant des évolutions sociodémographiques proprement dites. Les résultats permettent de cibler les groupes pour lesquels les marges de manœuvre sont importantes et d'anticiper les mesures les plus efficaces pour réduire les émissions de CO_2 liées aux déplacements quotidiens.

1. Calculer les émissions de CO2 et analyser leurs évolutions avec une enquête ménages déplacements

Des travaux précédents ont bien montré l'intérêt d'estimer les émissions de CO_2 de la manière la plus désagrégée possible au niveau des déplacements à partir des enquêtes ménages déplacements (Orfeuil, 1984 ; Gallez et Hivert, 1998, Nicolas et al., 2001 ; Verry, 2006 ; Bouzouina et Nicolas, 2009), permettant ensuite des analyses croisant les caractéristiques des individus (caractéristique socioéconomique, localisation spatiale) et de leurs déplacements (modes et types de véhicules utilisés, distances estimés). Il s'agit de reproduire la même méthodologie en évaluant de manière précise les conditions de comparabilité entre les deux périodes des enquêtes ménages déplacements.

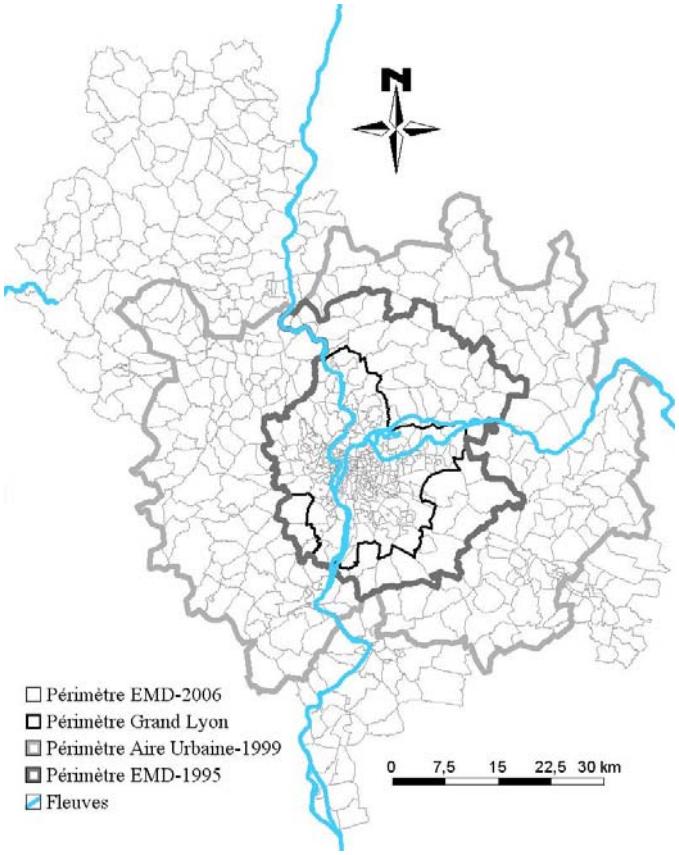
1.1. Les enquêtes ménages déplacements de 1995 et 2006

Etablies sur la base d'une procédure standard contrôlée par le CERTU, les enquêtes ménages déplacements permettent de réaliser des comparaisons entre différentes agglomérations et d'observer les évolutions des comportements de mobilité.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Le ménage constitue l'unité statistique d'observation. Toutes les personnes de cinq ans et plus appartenant à ce ménage sont interrogées sur leurs déplacements réalisés la veille du jour de l'enquête. Cette dernière se déroule du mardi au samedi. Elle ne prend donc pas en compte la mobilité de la fin de la semaine, ni les trafics générés par les ménages résidant hors du périmètre d'enquête ou par les activités économiques. C'est donc bien une image de la mobilité quotidienne (et des émissions correspondantes) des personnes résidants à l'intérieur du périmètre d'étude qui est analysée, et non celle de tous les déplacements réalisés sur ce territoire[1]. Les données recueillies concernent les principales caractéristiques socio-économiques des ménages et des personnes ainsi que les informations fines des déplacements comme l'origine et la destination, le motif, le(s) mode(s) utilisé(s), les horaires, etc.

Figure 1 : Zonages et périmètres des dernières enquêtes ménages déplacements lyonnaises



L'analyse de l'évolution de la mobilité quotidienne et des émissions de CO_2 se base sur les deux dernières enquêtes ménages déplacements réalisées à Lyon en 1995 et en 2006. La première avait permis de recueillir les caractéristiques de 6001 ménages, soit 13 997 personnes de cinq ans et plus ayant réalisé 53 213 déplacements. Cet échantillon a été tiré au sein d'un territoire élargi débordant du périmètre du Grand Lyon et représentant en 1995 une

[1] Les trafics de transit, les trafics des résidents périurbains venant dans l'agglomération et les trafics de marchandises en ville ne sont pas couverts par les enquêtes-ménages. Dans le cas des trafics routiers, la modélisation des différents flux prenant place dans la région lyonnaise permet d'estimer que les circulations non prises en compte représentent environ 45% des véhicules.kilomètres réalisés un jour de semaine sur notre périmètre de référence de l'EM 1995. Ils peuvent s'élever à environ 50% en heure de pointe où les échanges domicile-travail avec la périphérie sont importants (Nicolas et al, 2001).
Ces trafics sont mesurés en UVP.km, sachant que l'UVP (Unité Véhicule Particulier) tente de tenir compte des différences d'occupation de la voirie lorsque les véhicules sont en circulation. Dans nos calculs, pour une automobile valant 1 UVP, un véhicule utilitaire léger en vaut 1,5, un camion porteur 2 et un camion articulé 3.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

population totale de 536 000 ménages et 1 280 000 personnes (enfants de moins de cinq ans inclus). L'enquête ménages déplacements de 2006 a concerné un échantillon plus important de 11 229 ménages, soit 25 656 personnes de cinq ans et plus, ayant effectué 96 250 déplacements. Le périmètre de cette dernière enquête est beaucoup plus large et dépasse même le zonage de l'aire urbaine de 1999 (Figure 1), puisqu'il s'étend à d'autres aires urbaines limitrophes comme Villefranche, Tarare, Ambérieu-en-Bugey, Vienne ou Bourgoin-Jallieu, couvrant ainsi une population de 832 618 ménages et 1 975 260 personnes (enfants de moins de cinq ans inclus).

1.2. Une comparaison à périmètre constant

La croissance urbaine contemporaine est marquée par l'élargissement permanent de l'aire d'influence et de fonctionnement des villes. Le périmètre au sein duquel se réalise l'ensemble des activités quotidiennes n'est pas stable dans le temps, mais pour bien distinguer analytiquement l'origine des différences observées, une étude diachronique sur un périmètre identique est préférable. Les contraintes de disponibilité des données des deux dernières enquêtes ménages déplacements conduisent à privilégier une analyse sur le périmètre de l'EMD 1995 (Figure 1). Même si cette démarche assure la condition d'une comparabilité spatiale, elle ne permet par contre pas d'observer exactement le même phénomène qui dépasse naturellement le périmètre initial.

Ainsi, en 2006, le périmètre constant donné par l'EMD 1995 regroupe 1,3 millions d'habitants, ce qui représente les trois quarts de la population de l'aire urbaine lyonnaise. Parmi l'ensemble des déplacements de ces habitants, 97% ont une origine et une destination à l'intérieur de ce périmètre, pourcentage relativement stable par rapport à 1995 (96%). Cependant, les 3 % des déplacements sortant du périmètre en 2006 tout en restant à l'intérieur de l'aire urbaine sont à eux seuls responsables de 20 % des émissions de CO_2 liées à la mobilité quotidienne des habitants à cette échelle de l'agglomération lyonnaise. Cela illustre les enjeux environnementaux liés aux déplacements périphériques, dont l'expansion est mal représentée par un périmètre d'étude constant

Enfin, le secteur de tirage (au sein duquel au minimum 75 ménages sont interrogés) est la plus petite unité spatiale à laquelle l'échantillon de ménages enquêtés est représentatif aux deux dates. Les évolutions spatiales sont donc observables entre 1995 et 2006 sur 87 unités spatiales identiques au sein du périmètre 1995 (cf. Figures 1 et 5).

1.3. Le calcul des émissions de CO_2 des déplacements recensés dans les enquêtes lyonnaises

Les émissions de CO_2 liées à la mobilité quotidienne sont calculées à l'aide de la méthodologie proposée dans le cadre du programme européen MEET (Hickman et ali, 1999), qui nous a servi de référence commune pour les deux dates 1995 et 2006[2], permettant la comparabilité des résultats.

En ce qui concerne l'automobile, MEET fournit des courbes d'émissions en grammes par véhicule.kilomètre, en fonction de la vitesse moyenne sur le parcours, de la cylindrée, de la norme et du type de carburation des véhicules. Cette dernière caractéristique est directement disponible dans les enquêtes ménages déplacements. De même, les enquêtes lyonnaises ont

[2] Des modèles d'émissions plus récents existent aujourd'hui, avec les travaux du projet ARTEMIS (Boulter, Mc Crae, 2007) et la version 4 du modèle COPERT (http://lat.eng.auth.gr/copert/) mais, d'une part, nous avions déjà réalisé une partie des calculs avec les données de MEET (Nicolas et al. 2001) et d'autre part, nous avons eu l'occasion de vérifier que le calcul des émissions de CO_2 des véhicules particuliers n'étaient pas affectés par ces actualisations (Longuar, 2010).

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

recueilli l'âge du véhicule, à partir duquel on peut déduire automatiquement la norme EURO qu'il doit respecter. L'information sur la cylindrée est inférée à partir des statistiques du panel Parc Auto SOFRES et des informations de puissance fiscale, d'âge et de carburation liées au véhicule (Gallez et Hivert, 1998). Le modèle DaviSum d'affectation du trafic a été appliqué sur l'agglomération lyonnaise pour estimer la distance parcourue et la vitesse moyenne entre chaque origine et destination en heure creuse et en heure de pointe, permettant dès lors de calculer les émissions liées à chaque déplacement automobile. Ce premier calcul a été affiné en rajoutant un coefficient de démarrage à froid, fourni par MEET. En effet, l'enquête ménages donne les heures de départ et d'arrivée du déplacement et du déplacement précédent, permettant de savoir si le démarrage s'est opéré à froid ou non.

Ces premiers calculs fournissent une estimation des émissions du véhicule utilisé, qu'il reste ensuite à attribuer à la ou aux personne(s) concernée(s). Or, l'enquête ménages déplacements n'apporte pas d'information sur l'occupation du véhicule. Une première solution aurait été de corriger systématiquement les émissions des déplacements automobile par le taux de remplissage moyen des véhicules (1,24 personnes/veh), avec l'inconvénient de sous estimer les émissions des automobilistes solos – dans le cas des déplacements domicile-travail par exemple. Nous avons préféré garder une logique de conducteur comme générateur du déplacement, même si elle n'est pas complètement satisfaisante non plus puisque les passagers peuvent tout autant être à l'origine du déplacement en automobile que le conducteur lui-même. Ainsi, les émissions de CO_2 ont entièrement été attribuées au conducteur et les déplacements réalisés en tant que passager d'une voiture sont considérés non émetteurs.

Le deuxième type de déplacements qu'il est important de prendre en compte en matière d'émissions de CO_2 concerne ceux réalisés en transports collectifs – ils représentaient par exemple environ 8% des émissions des déplacements des Lyonnais résidant au sein du périmètre d'étude en 1995. Ne connaissant pas le taux de remplissage précis ni le type de véhicule de chaque ligne, il était impossible d'établir un bilan désagrégé au niveau du déplacement. L'enquête lyonnaise de 1995 ne permet pas non plus d'estimer le détail des distances parcourues pour chaque sous-mode lors d'un déplacement en transports collectifs (dans le cas d'un enchaînement bus-métro par exemple). Nous avons donc du calculer un coefficient moyen appliqué systématiquement à chaque voyageur kilomètre, estimé à partir des kilométrages annuels totaux fournis par mode (bus, trolleybus, tramway, métro) par l'autorité organisatrice des transports lyonnais (SYTRAL) pour alimenter la base « TCU » gérée par le CERTU (http://www.certu.fr/fr/). La vitesse moyenne des bus sur le réseau, de 17 km/h, a été reprise pour calculer leurs émissions à partir courbes proposées par MEET. Les émissions des modes à traction électrique (trolleybus, tramway et métro) ont été posées égales à 0, sachant que l'électricité lyonnaise est essentiellement produite à partir de l'énergie nucléaire et, dans une moindre mesure, hydroélectrique (Nicolas et al., 2001).

Ce premier calcul permet de connaître le niveau global des émissions du réseau de transports collectifs lyonnais en 1995 et en 2006. Une émission moyenne par voyageur kilomètre a dès lors pu être estimée à partir d'une part du nombre annuel de voyages sur le réseau lyonnais à ces deux dates, fourni par la base TCU du CERTU, et d'autre part la distance moyenne par voyage établie à partir des deux enquêtes ménages déplacements. Cette méthode fournit un résultat correct au niveau global, mais elle conduit à lisser les variations qui existent d'un déplacement à l'autre du fait de combinaisons variables entre les différents modes TC.

On retrouvera l'ensemble de ces hypothèses de calcul du CO_2 dans Nicolas et al. (2001), qui expose le détail précis de la méthodologie utilisée tant pour l'automobile que pour les transports collectifs ou pour d'autres modes plus marginaux comme les deux-roues motorisés ou les taxis par exemple.

A partir des émissions de CO_2 ainsi reconstituées, notre travail a visé à comprendre leurs évolutions entre 1995 et 2006. Une première analyse globale a été menée pour rendre compte des évolutions des nombres de déplacements et des distances parcourues par mode (partie 2), explicatives des variations d'émissions. Ensuite, une analyse plus fine a été réalisé en distinguant les individus selon leurs caractéristiques socio-économiques et résidentielles les plus discriminantes par rapport à leurs distances parcourues. Ceci a permis de mieux expliquer les évolutions des émissions de CO_2 en séparant l'effet des évolutions comportementales au sein des différents groupes, et celui de l'évolution de leur poids démographique (partie 3).

2. Stabilité des émissions de CO_2 : une baisse des déplacements motorisés mais une augmentation des distances parcourues

Le volume global des émissions de CO_2 dépend de la taille de la population, du nombre de déplacements par personne (et notamment des déplacements motorisés), du niveau des émissions unitaires des modes motorisés ainsi que des distances parcourues par déplacement. A ce premier niveau agrégé d'analyse, on constate une quasi stabilité de la population résidant au sein du périmètre étudié. Il reste alors à s'interroger sur les tendances en matière de mobilité et d'émissions moyennes par kilomètre parcouru. Nous pourrons éclairer ces premiers résultats à travers l'analyse des évolutions des comportements individuels dans la dernière partie.

2.1. Baisse de la mobilité motorisée

La mobilité des Lyonnais de 5 ans et plus, tous modes confondus, a baissé entre 1995 et 2006, passant de 3,73 à 3,47 déplacements par habitant par jour (Tableau 1). Ainsi, malgré la relative dynamique démographique qui caractérise l'agglomération lyonnaise (la population de l'EMD a progressé de + 1,6 % entre les deux enquêtes) et qui est surtout soutenue par un solde naturel positif (INSEE-Rhône-Alpes, 2007), le volume global des déplacements de ses habitants a baissé (- 5,8 % en données pondérées) passant d'environ 4,46 à 4,20 millions déplacements par jour.

Cette baisse de la mobilité quotidienne est surtout marquée par une diminution de l'usage des modes motorisés et notamment de la voiture particulière, en partie amortie par un transfert vers les modes doux, dont la part modale augmente entre les deux périodes. Ainsi, le nombre de déplacement quotidiens par personne réalisés en voiture est passé de 1,98 à 1,72, entraînant une baisse de la part modale de la voiture de 53 % à 50 % (Tableau 1). Cette baisse de l'usage de la voiture est comparable entre les automobilistes conducteurs et passagers. Ainsi, si la promotion d'un usage plus collectif de la voiture est réelle, comme dans le cas du covoiturage par exemple, la stabilité du taux de remplissage (ratio global nombre de déplacements comme passager automobile / nombre de déplacements automobile) montre que les évolutions induites restent trop marginales (et peut être aussi trop récentes) pour apparaître au plan statistique.

De leur côté, les transports en commun gagnent des usagers en 2006 en passant de 0,48 à 0,50 déplacements journaliers par habitant. Ils renforcent ainsi leur part modale, qui augmente de 13 % à 15 % entre les deux périodes (Tableau 1). La part des déplacements combinant voiture particulière et transport en commun a légèrement augmenté, apportant un signe encourageant aux politiques favorisant l'intermodalité.

Enfin, l'usage du vélo a quant à lui plus que doublé, ce qui peut être en partie relié à la mise en place du réseau de vélos libre-service Vélo'v en mai 2005 (Ravalet et Bussière, 2010). Par ailleurs, la marche à pied a légèrement baissé même si sa part modale augmente d'un point.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Tableau 1 : Nombre moyen de déplacements et part modale en 1995 et 2006

		Voiture conducteur	Voiture passager	Voiture - TC	Transport Collectif	Marche à pied	Vélo	2 roues moteur	**Total**
Nb moyen déplacements par mode	1995	1,53	0,45	0,02	0,48	1,19	0,03	0,02	**3,73**
	2006	1,33	0,39	0,03	0,50	1,14	0,06	0,02	**3,47**
Part modale (%)	1995	41,0	12,0	0,6	13,0	32,0	0,7	0,6	**100,0**
	2006	38,4	11,3	0,9	14,8	32,9	1,6	0,5	**100,0**

Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

Avec ces évolutions opposées entre modes motorisés et modes doux, l'hypothèse d'un changement des comportements de mobilité et la possibilité de reports modaux se pose clairement. Mais s'agit-il d'une rupture de tendance dans la mobilité motorisée ou simplement d'une baisse conjoncturelle ? S'agit-il d'une baisse générale ou touche-t-elle seulement les déplacements de courtes distances ?

L'hypothèse d'une fluctuation liée aux difficultés pratiques pour assurer la comparabilité des enquêtes (mesure, échantillonnage et redressement, contexte social du moment) peut également être soulevée, même si elle ne nous semble que partiellement à même d'expliquer les tendances actuelles. En faveur de cette hypothèse, un fléchissement du nombre de déplacements avait par exemple déjà été observé entre 1976 et 1985, avant la reprise constatée entre 1985 et 1995, qui provenait à l'époque d'une baisse du nombre de déplacements à pied, très sensible aux conditions de recueil de la mobilité de la veille. Cependant, le constat actuel est celui d'une baisse du nombre de déplacements en voiture, plus robuste face aux conditions de recueil. Il se trouve par ailleurs confirmé par d'autres enquêtes ménages déplacements récentes à Lille et Reims en 2006, à Rennes et Rouen en 2007, à Toulon en 2008 et à Bordeaux, Marseille et Strasbourg en 2009 (CERTU, 2010). Aussi, nous supposons que ces évolutions reflètent bien des tendances actuelles et nous tenterons dans la partie 3 d'apporter des éléments explicatifs aux évolutions constatées.

2.2. Des distances plus longues

Alors que la mobilité quotidienne et la part modale de la voiture particulière baissent en faveur des modes doux, le volume global des distances continue d'augmenter (+ 9 %) car la distance moyenne parcourue par déplacement s'accroît nettement, de 3,7 à 4,3 km entre 1995 et 2006. Le budget distance augmente également de 14 à 15 km par habitant et par jour (Tableau 2). Cette hausse des distances, notamment pour les modes motorisés, a largement compensé la baisse de la mobilité mesurée en volumes de déplacements. Ce constat est partagé par une autre étude sur le périmètre restreint de la communauté urbaine de Lille Métropole où les distances liées à la mobilité interne des résidents ont également augmenté de 3 % sur la période récente (1998 et 2006) et de plus de 30% entre 1987 et 2006 (Merle et al., 2009). Cela explique le maintien, dans l'agglomération lyonnaise, d'une part modale élevée de la voiture lorsqu'elle est mesurée en distance parcourue (74 %). Parmi les 14 km effectués en moyenne par personne par jour en 2006, 11 sont réalisés en voiture particulière et 9 en tant que conducteur (Tableau 2). Ainsi, sur la période 1995-2006, la distance totale parcourue en voiture en tant que conducteur a augmenté de 10% alors que le nombre de déplacements correspondant a baissé de 12%.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Tableau 2 : Distance quotidienne parcourue par mode de déplacement en 1995 et 2006

		Voiture conducteur	Voiture passager	Voiture - TC	Transport Collectif	Marche à pied	Vélo	2 roues moteur	**Total**
Distance par pers/mode/jour	1995	8,25	2,03	0,24	2,52	0,72	0,08	0,09	**13,9**
	2006	8,93	2,10	0,40	2,57	0,69	0,15	0,13	**15,0**
Part modale (%)	1995	59,3	14,6	1,7	18,1	5,2	0,6	0,6	**100,0**
	2006	59,6	14,0	2,7	17,1	4,6	1,0	0,8	**100,0**

Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

Ce premier constat mérite ensuite d'être affiné en fonction de l'origine et de la destination des déplacements (Tableau 3). Quelle que soit leur localisation, les déplacements connaissent une forte croissance de leur portée moyenne, de l'ordre de 24%. Par contre, on constate des évolutions des nombres de déplacements automobiles très contrastées selon les zones, avec une chute de 22% dans le centre et une stabilité en deuxième couronne. L'allongement général des distances se trouve ainsi plus ou moins compensé selon le type de déplacement, conduisant à des évolutions très différentes des trafics pris en compte, allant de la stabilité des déplacements internes au centre de l'agglomération, jusqu'à une augmentation de 22% des déplacements de seconde couronne, en passant par une croissance de 14-15% des kilomètres liés aux déplacements radians les plus longs, reliant le centre et la banlieue à la périphérie. La partie 3 permettra là encore d'apporter les premiers éléments d'analyse de ce résultat.

Tableau 3 : Evolution du volume des déplacements, des kilomètres parcourus par jour et de la distance moyenne des déplacements en voiture conducteur entre 1995 et 2006

Origine – Destination du déplacement	Nombre de déplacements		Distances parcourues (km/j)		Distance moyenne par déplacement (km/dep)		
	1995	Evolution 1995-2006	1995	Evolution 1995-2006	1995	2006	Evolution 1995-2006
Centre –Centre	478907	-22 %	1401940	-3 %	2,9	3,6	+24 %
Centre - 1ère couronne	287833	-26 %	1811435	-7 %	6,3	7,9	+25 %
Centre - 2ème couronne	201438	-9 %	2467924	+14 %	12,3	15,3	+25 %
1ère - 1ère couronne	245203	-4 %	725746	+18 %	3	3,7	+23 %
1ère – 2ème couronne	189544	-8 %	1667879	+15 %	8,8	10,9	+24 %
2ème - 2ème couronne	427316	+0 %	1780218	+22 %	4,2	5,1	+22 %
Total	1830240	-12 %	9855142	+10 %	5,4	6,7	+24 %

Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

2.3. Des émissions de CO_2 relativement stables

Alors que les kilomètres parcourus augmentent de manière sensible, notamment en modes motorisés, le volume global des émissions de CO_2 liées à la mobilité quotidienne des Lyonnais n'a que légèrement augmenté entre 1995 et 2006(+ 3 %), du fait notamment de la baisse du niveau des émissions unitaires des modes motorisés (- 5 % ; cf. Tableau 4).

Le transport collectif (TC) est le seul mode qui enregistre une baisse du volume des émissions de CO_2 (- 33 %) entre 1995 et 2006 (Tableau 4). Ce résultat est essentiellement lié à une diminution de -35% de son niveau moyen d'émissions unitaires, du fait d'une part de l'évolution de l'offre et des caractéristiques du parc, notamment à travers l'introduction de nouvelles lignes de métro, du tramway et de l'électrification du réseau de bus, mais d'autre part aussi grâce à l'augmentation du taux de remplissage.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Tableau 4 : Evolution des émissions par mode entre 1995 et 2006

	Volume des émissions (tonnes)			Emissions unitaires (g/voy.km)		
	1995	2006	Evolution 1995-2006	1995	2006	Evolution 1995-2006
Voiture conducteur	2059	2168	+5,3%	209	201	-3,9%
Voiture + TC	22	36	+64,9%	147	138	-6,5%
Transport Collectif	172	116	-32,8%	57	37	-34,8%
Deux roues à moteur	6	15	+138,1%	62	102	+65,3%
Total	2259	2336	+3,4%	136	129	-5,2%

Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

En 2006, les transports en commun ne sont responsables que de 5 % des émissions de CO_2 (8 % en 1995), alors que la voiture y contribue à hauteur de 93 % (91 % en 1995). Cependant, l'impact de la baisse du niveau d'émission unitaire des transports en commun sur l'évolution du volume total des émissions n'est pas négligeable. Sans cette baisse, de 57 à 37 g/km (Tableau 4), le volume total aurait, toutes choses égales par ailleurs, augmenté de 5,8 % au lieu de 3,4 %.

Par ailleurs, l'évolution des caractéristiques des voitures et l'amélioration des normes environnementales liées au renouvellement du parc automobile ont également fortement contribué à la baisse observée des émissions globales. Ainsi, la baisse des émissions unitaires des déplacements effectués en tant que conducteur d'une voiture (- 4 %) a largement contribué à la stabilité du volume des émissions globales face aux fortes distances parcourues à partir de ce mode. En supposant que le niveau d'émission de ce mode soit resté inchangé entre 1995 et 2006, le volume total d'émissions aurait augmenté de 7,2 % au lieu de 3,4 %.

Les deux roues à moteur sont les seuls à voir leur émission unitaire augmenter entre les deux dates (+ 65 %). Même s'ils sont statistiquement trop marginaux dans l'enquête pour permettre des conclusions fines et chiffrées, on peut en effet constater une évolution de leurs usages, avec l'abandon progressif de la mobylette par les jeunes mais un recours à la motocyclette de plus grosse cylindrée par les hommes actifs pour aller au travail (voir par exemple De Solere, 2010, pour une confirmation mieux étayée de ce constat, à partir de l'exploitation de plusieurs enquêtes ménages déplacements locales). Cependant, la contribution de ce mode aux émissions totales reste toujours marginale.

La combinaison des différents facteurs explicités dans cette partie (stabilité démographique globale, baisse du nombre de déplacements motorisés et des émissions unitaires, mais allongement des distances parcourues par déplacement) conduit, *in fine*, à un niveau d'émissions de CO_2 par habitant relativement stable d'environ 1,9 kg/hab/jour, et à une très légère croissance de 3% des émissions globales.

Cependant, cette stabilité finale masque aussi des évolutions différenciées entre groupes d'individus, distingués selon leurs caractéristiques socioéconomiques et résidentielles. Le changement du poids démographique de chaque groupe par rapport aux autres ainsi que les évolutions de comportement de mobilité à l'intérieur de chaque groupe, constituent des éléments explicatifs essentiels des variations des valeurs des différents facteurs évoqués dans cette partie 2. Il convient donc maintenant d'explorer et d'analyser les dynamiques sociodémographiques, qui nous permettront de mieux voir où se jouent les évolutions passées, mais aussi celle des prochaines années.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

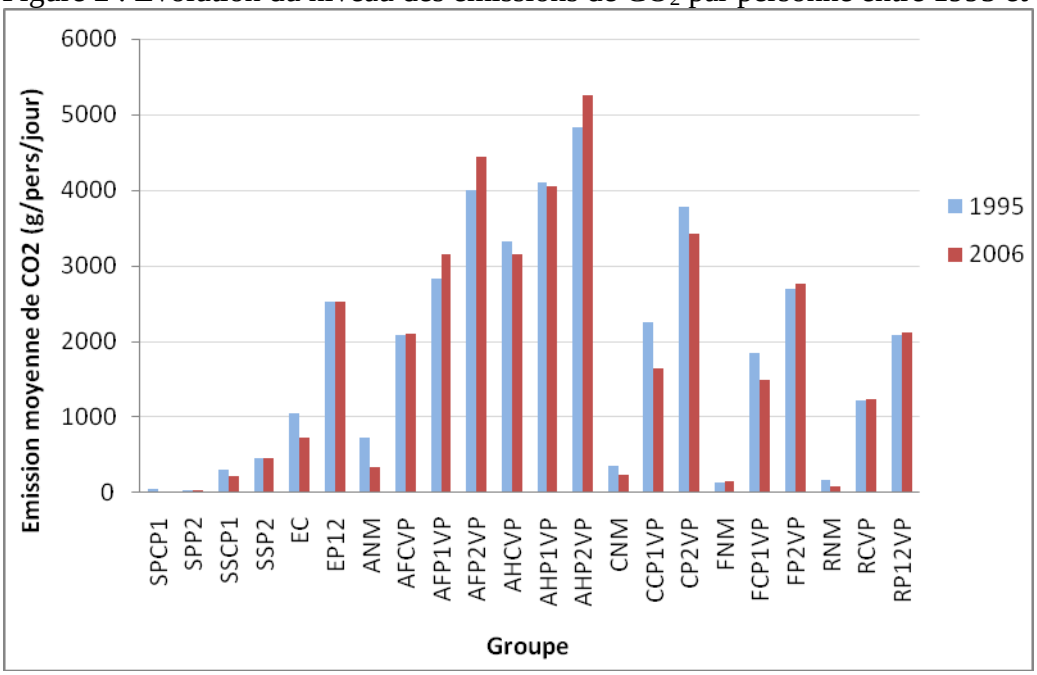
3. Quels facteurs socio-économiques expliquent les niveaux d'émissions de CO_2 et leurs évolutions?

L'objectif de cette troisième partie est dès lors d'analyser les évolutions entre grands segments de population en distinguant ce qui relève de l'évolution démographique de ce qui est potentiellement lié aux changements de comportement. Nous proposerons également un zoom sur les groupes dont les évolutions sont les plus importantes.

3.1. Un niveau d'émission individuel lié au statut, à l'accès à la voiture et à la localisation résidentielle

Une typologie de la population lyonnaise avait déjà été réalisée au cours de nos travaux précédents, en cherchant à maximiser la variance entre les groupes à partir de la distance moyenne parcourue par personne et par jour en 1995, explicative des modes utilisés et des émissions générées (Nicolas et al., 2001). Vingt-deux types avaient ainsi été distingués, faisant principalement ressortir comme facteurs explicatifs le statut d'activité (scolaires, étudiants, actifs, chômeurs, personnes au foyer, retraités) et la localisation (décomposée en trois zones concentriques avec le centre dense constitué de Lyon et Villeurbanne, la première couronne des communes limitrophes, et une seconde couronne de communes extérieures). Ces facteurs étaient complétés par l'accès ou non à l'automobile pour les adultes et par le genre pour les actifs. Certaines variables n'ont donc pas été intégrées, comme le revenu du ménage notamment, dont les effets sont apparus un peu moins nets et se trouvent par ailleurs en partie implicitement intégrés dans le statut d'activité et la motorisation.

Figure 2 : Evolution du niveau des émissions de CO_2 par personne entre 1995 et 2006



Légende :
Statut : SP : scolaire du primaire ; SS : scolaire du secondaire; E : étudiant ; A : actif ; C : chômeur ; F : au foyer ; R : retraité
Sexe : H : homme ; F : femme
Localisation : C : centre ; P1 : 1ère périphérie ; P2 : 2ème périphérie
Motorisation : VP : ayant accès à la voiture particulière ; NM : non-motorisé
Exemple : SPCP1 : scolaire du primaire habitant au centre ou en 1ère périphérie
Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

Le critère le plus discriminant vis-à-vis du niveau d'émissions de CO_2 est celui du statut de la personne (Figure 2).

Un jour moyen de semaine, les actifs, qui représentent 44 % de la population, génèrent 74 % du volume global des émissions de CO_2 liées à la mobilité quotidienne en 2006. Un actif émet en moyenne plus de trois fois plus qu'une personne inactive et son niveau d'émissions est en croissance entre 1995 et 2006 (+ 3 %). En 2006, un actif émet en moyenne 3 220 g/jour (3 130 en 1995) alors qu'un inactif émet 910 g/jour (920 en 1995). Même s'ils tendent à diminuer légèrement par rapport aux autres motifs (ils représentaient 38% des déplacements des actifs en 1995, 37% en 2006), les déplacements domicile-travail continuent toujours à s'allonger, (49% des distances des actifs en 1995, 52% en 2006).

Au sein de cette catégorie d'individus actifs occupés, la possibilité de conduire, conditionnée par l'accès au permis et la disponibilité d'une voiture au sein du ménage, détermine grandement le niveau d'émissions de CO_2. Par ailleurs, les hommes, légèrement plus nombreux, contribuent de manière nettement plus importante que les femmes au volume des émissions en 2006 (respectivement 44 % et 30 %). Cependant, c'est l'émission quotidienne moyenne des femmes actives qui a augmenté entre 1995 et 2006, passant de 2 440 à 2 700 g/jour, alors que celle des hommes est restée stable, avoisinant les 3 700 g/jour.

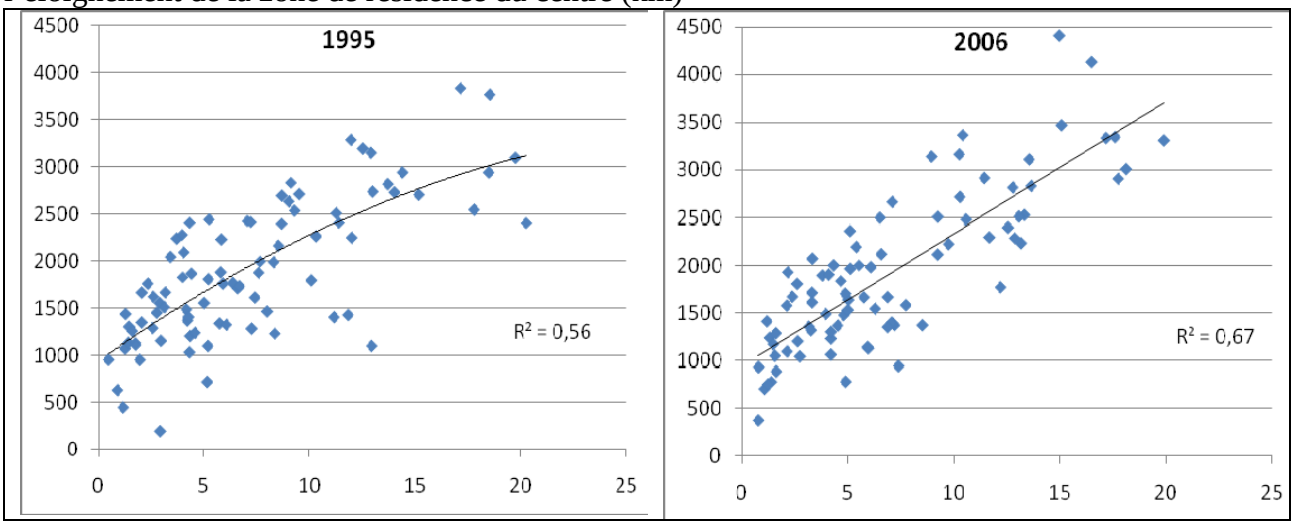
Une hétérogénéité existe également au sein de la catégorie des inactifs. En 2006, l'émission quotidienne moyenne varie de 20 g/jour pour les scolaires du primaire, qui se déplacent souvent à pied ou sont accompagnés en voiture, à 1 400 g/jour pour les chômeurs. Le niveau d'émissions moyen est en baisse chez toutes les catégories de personnes inactives, à l'exception des retraités dont les émissions restent stables à l'intérieur de chaque sous-groupe, mais qui augmentent du fait d'un glissement marqué des non motorisés vers les motorisés entre 1995 et 2006 (cf. infra).

Autre résultat qui ressort nettement, le niveau d'émissions de CO_2 par habitant augmente avec l'éloignement de la localisation résidentielle par rapport au centre. Notre typologie distinguant centre, première couronne et deuxième couronne permet déjà de s'en rendre compte (cf. Figure 2). Par ailleurs, la croissance des émissions quotidiennes entre 1995 et 2006 ne concerne que les résidents de périphérie, et touche plus particulièrement les actifs. La dissociation entre domicile et travail s'est donc poursuivie durant la période, augmentant encore les distances et la dépendance à l'automobile de cette catégorie de population. On peut également noter que les femmes actives sont encore plus concernées que les hommes. Leur niveau moyen d'émissions quotidiennes augmente aussi en première couronne et cette progression, nous l'avons vu précédemment, est plus forte que celle de leurs homologues masculins.

Un graphique reprenant les émissions moyennes par personne en fonction du lieu de résidence est également explicite des différences entre centre et périphérie (Figure 3). La structure spatiale monocentrique de l'agglomération lyonnaise est un élément explicatif important des distances parcourues et des émissions de CO_2, mais elle est également associée à une structure sociodémographique et un accès à la voiture différenciés entre le centre et la périphérie, avec par exemple plus de ménages biactifs avec enfants en deuxième couronnes qu'à Lyon et Villeurbanne.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Figure 3 : Emissions de CO_2 par personne (g/hab/j) aux deux dates en fonction de l'éloignement de la zone de résidence du centre (km)



Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

Par ailleurs, l'évolution entre 1995 et 2006 des émissions moyennes par zone de résidence montre également une baisse et une reconcentration au niveau des quartiers centraux et une croissance dans les zones périphériques avec une relation vis-à-vis de la distance au centre nettement plus linéaire (Figure 3). A la vue de ces deux relations, nous pouvons supposer que les zones qui dépassent le périmètre d'étude sont beaucoup plus émettrices en 2006 par rapport à 1995, ce qui renforce les enjeux soulevés précédemment liés au choix du périmètre d'enquête.

3.2. Des émissions fortement croissantes chez les retraités et les femmes actives, notamment en périphérie

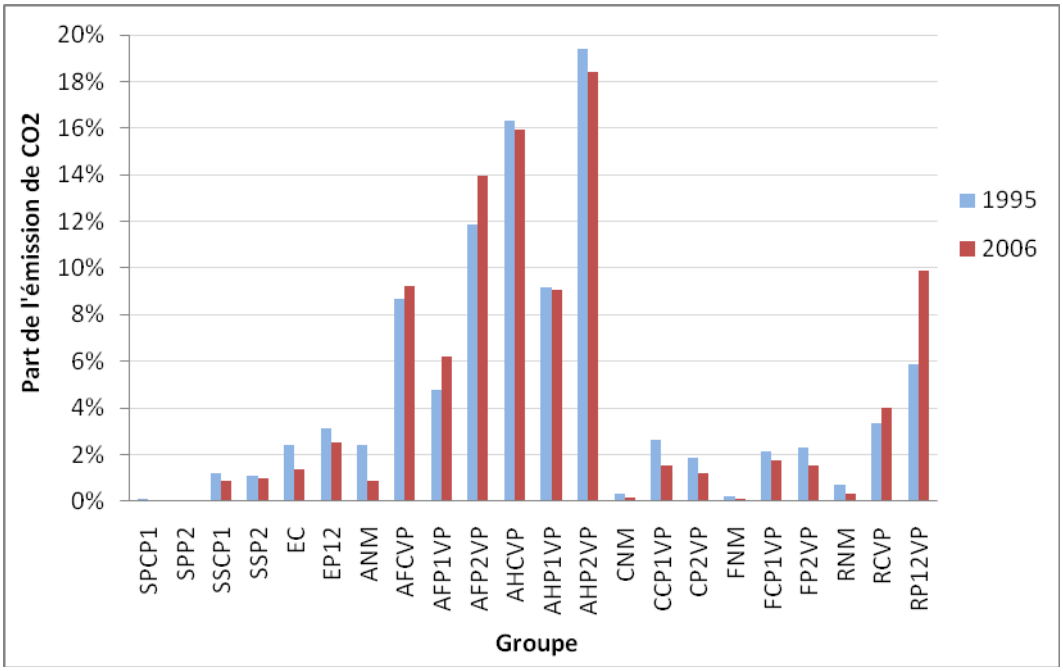
Face à l'objectif de réduction des émissions de CO_2, il est important de situer les contributions de chaque groupe et leurs variations entre 1995 et 2006 en distinguant l'impact de l'évolution démographique, des évolutions des distances et des émissions unitaires de CO_2. Les retraités motorisés et les femmes actives sont les deux grandes catégories qui empêchent de constater une baisse des émissions entre 1995 et 2006. La croissance de leurs émissions représente 10 % du volume total émis en 2006, dont 4 % sont produits par les retraités de la périphérie (leur part passe de 6 % en 1995 à 10 % en 2006) (Figure 4).

Tout d'abord, la croissance globale des émissions des retraités motorisés n'apparaît pas liée à une évolution de leurs émissions quotidiennes par tête, restées stables sur la période. C'est au niveau des évolutions démographiques et des glissements entre les groupes qu'il faut pousser l'analyse. On enregistre en effet une croissance démographique très forte des retraités motorisés, jusqu'à + 72 % en périphérie, combinant un effet démographique de vieillissement de la population et un effet de génération avec des nouveaux retraités plus motorisés que leurs aînés. Les retraités motorisés de périphérie de moins de 75 ans sont plus émetteurs de CO_2 car leur nombre augmente de 50 % et leur volume d'émissions de 60 %. Ils sont ainsi responsables de 86 % des émissions totales des retraités motorisés de la périphérie en 2006. Par ailleurs, toujours en périphérie, les séniors motorisés de 75 ans et plus triplent en nombre et en volume d'émissions. Il s'agit d'un vieillissement sur place des générations actives périurbaines des trente glorieuses (Ghékière, 1998) pour lesquelles de précédentes analyses ont montré qu'elles se retrouvent aujourd'hui de plus en plus motorisés et qu'elles utilisent de plus en plus la voiture que les générations précédentes (Pochet, 2003). Les séniors

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

maintiennent aujourd'hui le niveau de motorisation et les habitudes d'usage de la voiture qu'ils avaient avant l'âge de la retraite, à l'image des autres pays européens (Hjorthol et al., 2010). Outre le poids démographique croissant des retraités, ce sont donc essentiellement les évolutions de leurs caractéristiques de motorisation et de localisation qui expliquent la hausse de leurs émissions de CO_2.

Figure 4 : Part des émissions de chaque groupe dans le volume total des émissions de CO_2 en 1995 et en 2006



Légende :
Statut : A : actif ; C : chômeur ; E : étudiant ; F : au foyer ; R : retraité ; SP : scolaire du primaire ; SS : scolaire du secondaire
Sexe : H : homme ; F : femme
Localisation : C : centre ; P1 : 1ère périphérie ; P2 : 2ème périphérie
Motorisation : VP : ayant accès à la voiture particulière ; NM : non-motorisé
Exemple : RP12VP : Retraités habitant en 1ère ou 2ème périphérie ayant accès à la voiture particulière
Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

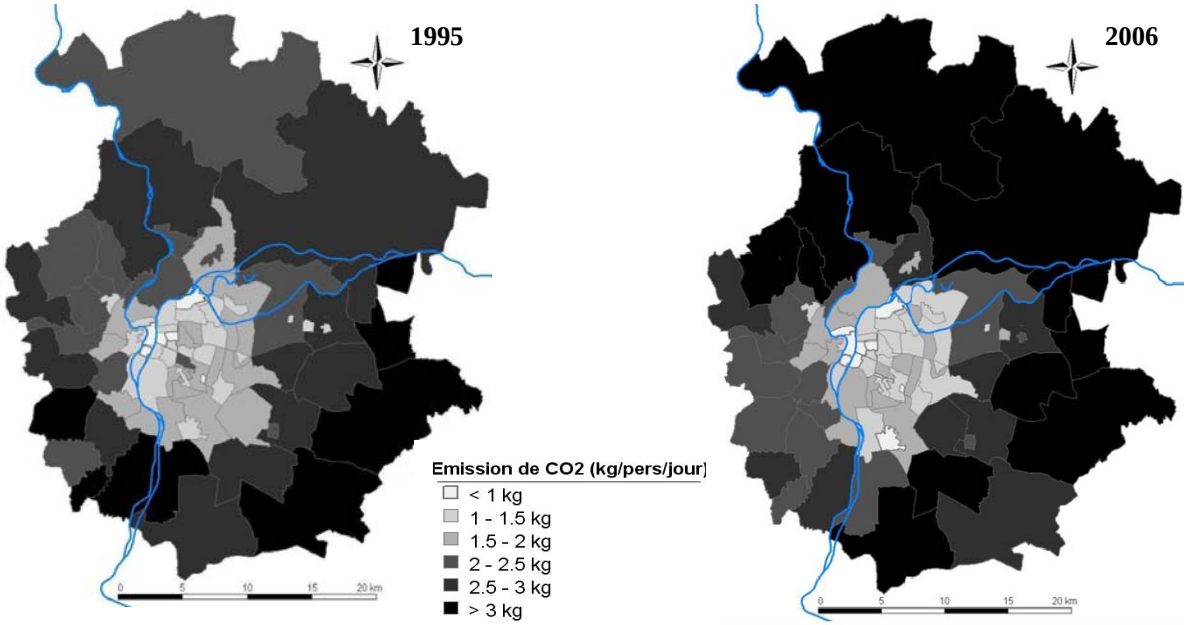
Les femmes actives contribuent également à la croissance des émissions et commencent à combler l'écart avec leurs homologues masculins. D'une part leur nombre augmente sensiblement, traduisant une poursuite de la croissance du taux d'activité féminin, qui se retrouve en creux dans la baisse du nombre de femmes au foyer. D'autre part, à la différence des retraités, cette croissance démographique se combine avec une augmentation sensible des distances moyennes parcourues pour les femmes de première et de deuxième couronne. Comme leur niveau d'émission unitaire par kilomètre parcouru reste stable (même si les émissions unitaires de l'automobile baissent globalement, ce phénomène est compensé chez les femmes actives par un transfert modal des modes peu émetteurs vers la voiture), les croissances des distances parcourues et de la démographie se combinent pour expliquer l'augmentation nette des émissions de ce groupe.

Enfin, les fortes hausses d'émissions enregistrées chez ces deux catégories des séniors et des femmes actives sont compensées par une baisse plus légère mais systématique dans tous les autres groupes. Quelques transferts démographiques se trouvent impliqués ici, comme par exemple la baisse du nombre d'hommes actifs en périphérie en grande partie lié aux passages à la retraite puisque le nombre de retraités augmente fortement dans ces zones. Mais le

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

phénomène le plus notable est la baisse des émissions des habitants du centre de l'agglomération (Lyon et Villeurbanne ; cf. Figure 5), du fait d'une diminution de leur nombre de déplacements quotidiens par tête (passant de 3,93 à 3,54, soit -10%), qui n'est que partiellement compensée par l'allongement des distances parcourues (+4%). Cette diminution n'est pas affectée non plus par les évolutions modales puisque la part de l'automobile, mesurée en distance, reste stable chez les résidents du centre (51% des distances parcourues).

Figure 5 : Evolutions des émissions de CO2 par personne et par jour entre 1995 et 2006



Source : auteurs, données EMD Lyon 1995 et 2006

Conclusion

L'analyse des deux dernières enquêtes ménages déplacements confirme la baisse de la mobilité quotidienne mesurée en nombre de déplacements, et en particulier la mobilité motorisée des Lyonnais entre 1995 et 2006. Cette baisse est par contre compensée par la croissance des distances parcourues, conduisant à une stabilité des émissions de CO_2.

Au-delà de l'impact attendu lié au renouvellement du parc automobile qui a permis de réduire les émissions unitaires des véhicules, les évolutions démographiques, socio-économiques et territoriales ont un effet important sur l'évolution du volume global des émissions à travers leurs effets sur les distances parcourues et les choix des modes de transport liés aux comportements des individus.
En effet, l'analyse typologique sur les deux périodes confirme le rôle du statut de la personne et du fait qu'elle soit homme ou femme si elle est active, de son accès ou non à la voiture et de sa localisation résidentielle, dans l'explication du niveau d'émission de CO_2 liées à la mobilité quotidienne. L'analyse temporelle permet alors de montrer que la baisse des émissions de CO_2 des habitants de Lyon et Villeurbanne est compensée par une périurbanisation qui se poursuit, avec deux phénomènes nettement visibles :

- Un vieillissement sur place de la population et de nouvelles génération de séniors démographiquement plus importantes et plus utilisatrices de la voiture qu'auparavant ;

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

- Un allongement sensible des distances domicile-travail pour les actifs, encore plus fort pour les actives, dont les écarts avec les hommes se comblent légèrement, et dont le nombre augmente du fait d'un taux d'activité féminin qui a progressé durant la période.

Cette compensation de la baisse des émissions du centre par leur progression en périphérie pose la question de la stabilité des émissions de CO_2, par rapport à un éventuel élargissement du périmètre d'observation. Il est vraisemblable qu'avec l'étalement urbain et l'extension de l'aire d'influence de la ville, les zones périphériques non observées soient plus émettrices en 2006 qu'en 1995 et de manière plus importante que celles observées ici dans un rayon de 20 km (Figures 2 et 5). Cette question du périmètre d'observation mérite sans doute d'être approfondie afin de compléter nos résultats obtenus à travers une analyse établie à une échelle à peu de chose près restreinte au Grand Lyon.

De même, l'échelle pertinente des politiques de régulation du système de transport doit clairement être réinterrogée si l'on veut parvenir à limiter les émissions de CO_2 liées aux mobilités quotidiennes urbaines.
La mise en place des Plans de Déplacements Urbains dans les espaces centraux au milieu des années 90 a clairement fait écho à des évolutions des comportements que l'on peut observer aujourd'hui. Mais ce premier niveau d'action ne peut pas suffire pour aboutir à un bilan CO_2 positif. C'est à l'échelle des Schémas de COhérence Territoriale (SCOT), et encore plus des interSCOT, que le problème se pose aujourd'hui. Et à cette échelle, les questions qui représentent les enjeux les plus importants sont celles du vieillissement sur place de populations qui conservent leurs habitudes d'usage de la voiture d'une part et de la poursuite de la dissociation entre emploi et résidence d'autre part.
Des actions en faveur d'un système de transport moins émetteur sont évidemment à prendre, en intégrant plus rapidement les progrès technologiques orientés vers l'efficience énergétique des véhicules et en s'attachant au développement des alternatives à la voiture individuelle en périphérie. Elles devront cependant être complétées par des mesures touchant à la maîtrise des évolutions des territoires urbains et de leur mixité fonctionnelle, car ce sont les dynamiques à l'œuvre à ce niveau qui contrebalancent manifestement les progrès réalisés par ailleurs.

Références

Baccaini, B., Semecurbe, F., Thomas, G., « les déplacements domicile-travail amplifiés par la périurbanisation », *INSEE Première*, 2007, n° 1129.

Boulter P., I. McCrae (ed.), *ARTEMIS: Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems.*TRL report, Wokingham, UK, 2007, 337 p.

Bouzouina L., Nicolas J.-P., « Harmoniser politiques sociale et environnementale : évaluation de l'impact d'une réhabilitation de quartiers défavorisés sur les émissions de CO2 liées aux déplacements ». *VertigO*, 2009, 9(2), http://www.vertigo.revues.org./8771

CERTU, « Baisse de la mobilité urbaine : les derniers chiffres des EMD », 2010, en ligne : www.certu.fr

CITEPA, *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – séries sectorielles et analyses étendues, rapport d'inventaire national, SECTEN*, rapport CITEPA, 2009, 305 p.

De Solere R., "Analysis of the mobility of the powered-two wheelers in France", *12th World Conference on Transport Research*, July 11-15, 2101, Lisbon, Portugal, 12 p.

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

halshs-00629769, version 1 - 10 Oct 2011

Hickman J., D. Hassel, R. Joumard, Z. Samaras, S. Sorenson, "MEET - Methodology for calculating transport emissions and energy consumption". European Commission, DG VII, 1999.

Gallez C., Hivert L., BEED : mode d'emploi. Synthèse méthodologique pour les études "budget énergie environnement des déplacements". Rapport de convention ADEME-INRETS, 1998, 85 p.

Giddens, A., *The politics of climate change*, Polity Press, 2009, 256 p.

Guesnerie, R.,Tulkens, H (eds)., *The Design of Climate Policy*, MIT Press, 2008, 408 p.

Hjortol, R.J., Levin, L., Sirén., A., "Mobility in different generations of older persons: The development of daily travel in different cohorts in Denmark, Norway and Sweden", *Journal of Transport Geography* (à paraître 2010).

Hubert, J-P.. « Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs ». *INSEE première,* 2009, n°1252.

Lagagnier, J., Vienne, D., « Recensement de la population de 2006 : La croissance retrouvée des espaces ruraux et des grandes villes », *INSEE Première*, 2009, n° 1218.

Longuar Z., *Analyse des facteurs socioéconomiques pour expliquer les émissions de CO2 liées aux mobilités individuelles dans l'Enquête Nationale Transports et Déplacements de 2008*. Mémoire de Master «Transports Espace Réseaux », Université de Lyon, 2010, 91 p.

Merle N., Dupont A., Quetelard B, Hivert L., *Diagnostic Énergie Environnement des Déplacements (DEED) 1987 / 1998 / 2006 de la Communauté Urbaine de Lille*, Rapport INRETS et CETE Nord Picardie pour LMCU, Région Nord et ADEME Nord, 2009.

Nicolas, J-P., David, D., "Passenger transport and CO_2 emissions: What does the French transport survey tell us?" *Atmospheric Environment* n°43, 2009, pp. 1015-1020.

Nicolas, J.P., Pochet, P., Poimboeuf, H., *Indicateurs de mobilité durable. Application à l'agglomération de Lyon*. Lyon, LET, Coll. Etudes & Recherches, 2001, 127 p.

Orfeuil J.-P., « Les budgets énergie-transport : un concept, une pratique, des résultats ». *Recherche Transport Sécurité*, 1984, n°2, pp. 23-29.

Orfeuil, J-P., Soleyret, D., « Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et à longue distance ». *Recherche Transport Sécurité*, 2002, n°76, p. 208-221.

Ravalet, E., Bussière, Y., «Les systèmes de vélos libre-service sont-ils à l'origine du renouveau du cyclisme urbain ? », *Colloque joint ASRDLF – AISRe*, Aoste, Italie, 22-23 septembre 2010, 14 p.

Segalou, E., Ambrosini, C., Routhier, J.L., "The environmental assessment of urban goods movement", in E. Taniguchi and R.G. Thompson (eds), *Logistics Systems for Sustainable Cities*, Elsevier, 2004, pp. 207-220.

Stern, N., *The Economics of Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

Verry D., « Systèmes de transports urbaines et impacts environnementaux: quelle évaluation ? Une analyse comparative des agglomérations de Bordeaux, Grenoble, Lyon et Paris », *XLIIe colloque de l'ASRDLF – XIIe colloque du GRERBAM*, Sfax, 2006, 21 p.